

## Article

## 새만금 갯벌의 퇴적환경 변화

우한준<sup>1\*</sup> · 최재웅<sup>1</sup> · 안순모<sup>2</sup> · 권수재<sup>1</sup> · 구본주<sup>1</sup><sup>1</sup>한국해양연구원 해양환경연구본부  
(425-600) 경기도 안산시 안산우체국 사서함 29호<sup>2</sup>부산대학교 지구환경시스템학부  
(609-735) 부산광역시 금정구 장전동 산30Changes of Sedimentary Environments in the Saemangeum  
Tidal Flat on the West Coast of KoreaHan Jun Woo<sup>1\*</sup>, Jae Ung Choi<sup>1</sup>, Soonmo An<sup>2</sup>, Su Jae Kwon<sup>1</sup>, and Bon Joo Koo<sup>1</sup><sup>1</sup>Marine Environment Research Department, KORDI  
Ansan P.O. Box 29, Seoul 425-600, Korea<sup>2</sup>Division of Earth Environment System, Pusan National University  
Busan 609-735, Korea

**Abstract :** The Saemangeum tidal flat with an area of approximately 233 km<sup>2</sup> is one of the biggest estuarine tidal flats on the west coast of Korea. Because of its location in the estuary of Mangyeong and Dongjin Rivers, the tidal flat receives large amount of sediments. A 33-km long sea dyke, enclosing a coastal zone of 401 km<sup>2</sup>, was constructed to reclaim tidal flat in the Saemangeum area. The dyke construction radically changes the local tidal current regime and estuarine circulation. These have an effect on sedimentary environments in the tidal flat. On the tidal flats of the study area net deposition occurred, but net erosion occurred near tidal channel in 2004. The comparison of topography and surface sediments in summer 2004 with those in summer 1988 before the dyke construction showed that elevation increased with maximum 80cm and mean grain sizes were fining at Gwanghwal tidal flats. Sedimentary facies of two cores from Gwanghwal tidal flat revealed homogeneous layers in the upper part, suggesting rapid deposition after the dyke construction. The sedimentation rate in Gwanghwal tidal flat(GW 6) using <sup>210</sup>Pb analysis was about 5.4 cm/yr, which is well matched with the sedimentation pattern revealed by change in topography.

**Key words :** Saemangeum tidal flat, sediments, topography, Sedimentation rate

## 1. 서 론

하구역은 담수와 해수가 혼합되는 수역으로 해양생물의 산란장, 유기물 제거 등의 기능으로 지구상에서 가장 경제성이 높은 생태계로 알려져 있다(Costanza *et al.* 1997). 하구역에는 갯벌, 습지, 삼각주 등 다양한 환경들이 존재하며 이러한 환경들은 육상과 해양을 연결하는 역할을 하

고 있다. 우리나라 하구역은 인공 구조물과 생활 편의 시설 설치로 가장 급격히 훼손되거나 파괴되고 있는 지역으로 1990년대 이후 영산강, 새만금 지역 등에 대규모 간척 사업이 진행되어 국내에는 한강을 제외하고는 원형을 가진 하구가 거의 없는 실정이다(이 등 2001).

전라북도 군산, 김제, 부안에 위치한 새만금 지역은 만경강과 동진강이 유입되는 하구역으로 경사가 완만한 넓은 갯벌이 형성되어 있다(Fig. 1). 강 주변과 하구에는 비옥한 퇴적층을 경작지로 이용하기 위하여 1920년도부터

\*Corresponding author. E-mail : hjwoo@kordi.re.kr

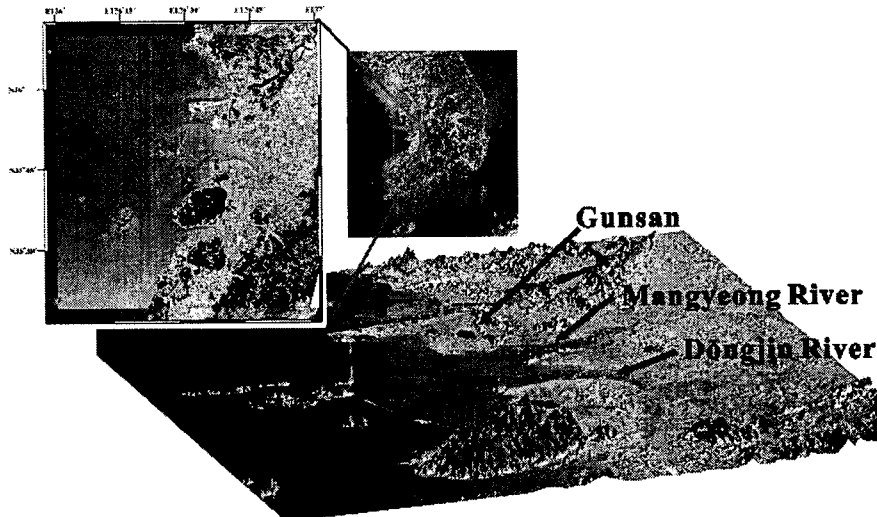


Fig. 1. Satellite photographs of the Saemangeum area.

간척이 이루어져 새만금 간척사업이 시작되기 전에 11차례에 걸쳐 약 150 km<sup>2</sup> 면적이 이미 간척되었다(해양수산부 2001). 새만금 사업은 서남해안 간척 개발 사업의 일환으로 군산과 부안을 연결하는 33 km의 방조제를 설치하여 283 km<sup>2</sup>의 토지와 118 km<sup>2</sup>의 담수호를 만드는 것으로 1991년에 시작하여 2006년 4월 21일 끝막이 공사를 완료하였다.

하구역에서 인공구조물은 주변의 수리학적 변화를 야기하여 주변 갯벌과 해안선에 예기치 못한 퇴적/침식을 야기하는 것으로 알려져 있다(Lee *et al.* 1999; Jaramillo *et al.* 2002; Thomalla and Vincent 2003). 새만금 간척사업이 진행되는 동안 수리학적 환경 변화가 있었고 이에 따라 갯벌의 지형과 퇴적물 조성에 상당한 변화가 있었으리라 추정하고 있다. 지금까지 새만금 지역에서는 방조제 건설이 진행되는 동안 갯벌의 생태학적 환경변화에 대한 연구가 있었으나(안과 고 1992; 심 등 1995; 이 등 1995; 조 등 2001; 해양수산부 2001; 박 등 2004), 주로 생물학적 그리고 지화학적 변화 양상에 대한 결과가 많았다. 본 연구는 제4호 방조제 물막이 공사가 완료된 2003년 이후에 만경강과 동진강 유역 갯벌들의 단기적인 퇴적학적 변화를 파악하고 방조제 건설 이전과 진행 중의 자료와 비교를 통하여 변화의 정도를 파악하고자 한다. 이 지역 갯벌들의 퇴적학적 특성은 저서환경의 중기적인 변화를 파악하는데 도움이 되며, 저서생물 분포 변화에 영향을 주는 자료로서 유용하게 사용될 수 있을 것이다.

## 2. 연구지역 및 조사 방법

새만금 방조제 내부의 만경·동진강 유역의 산동, 우

마, 광활 갯벌들에 대한 지형과 퇴적환경 변화를 파악하기 위하여 측선을 설정하여 2004년 2월부터 2004년 11월까지 계절별(2, 5, 8, 11월)로 4회에 걸쳐 지형, 퇴적물 특성 및 퇴적을 변화를 관측하였다(Fig. 2). 각 측선들은 2004년 2월에  $\pm 1$  cm 해상도의 측량용 DGPS(Ashtec, Xtreme)를 이용하여 일정한 간격(약 100 m)과 지형이 변화하는 지역에서 갯벌의 위치와 지형을 측량하여 각 측선 갯벌 단면도(평균해수면 기준)를 구하였다. 퇴적물의 계절적인 변화를 파악하기 위하여 약 500 m 간격으로 해저면 아래 20~30 cm 깊이에 30 cm×30 cm 크기의 퇴적을 판을 설치하였으며, 그 지점에서 표층 퇴적물을 채취하였다. 표층 시료는 플라스틱 봉지에 넣어 정점을 기재한 후 실험실로 운반하였다.

퇴적물 시료의 입도분석은 Folk(1968)의 표준입도분석 방법에 의거하였으며, 측정된 자료는 그래픽 방법에 의해 평균입도와 분급도 등의 통계적 입도상수를 구하였다(Folk and Ward 1957).

광활(GW) 측선에서 갯벌의 퇴적층서와 퇴적작용의 변화를 파악하기 위해, 2004년 8월에 해안선과 간조선 부근에서 Push core로 약 100 cm의 주상퇴적물 시료 2개를 채취하였다(Fig. 2). 실험실로 운반된 주상퇴적물시료의 분석을 위하여 전기톱을 사용하여 수직방향으로 절개한 후 퇴적물의 색상, 생흔 및 퇴적구조, 입도 변화 등을 기재한 후, 분석 자료와 비교하기 위하여 사진 촬영을 하였다. 육안으로 판독이 불가능한 퇴적구조를 파악하기 위해 Slab을 제작하여 X-선 촬영기(Softex M-1005)를 이용하여 촬영하였다.

퇴적물 분석은 퇴적물의 Po를 분리·농축하기 위해 해수 중에서 적용하는 방법(Koide *et al.* 1972; Fleer and

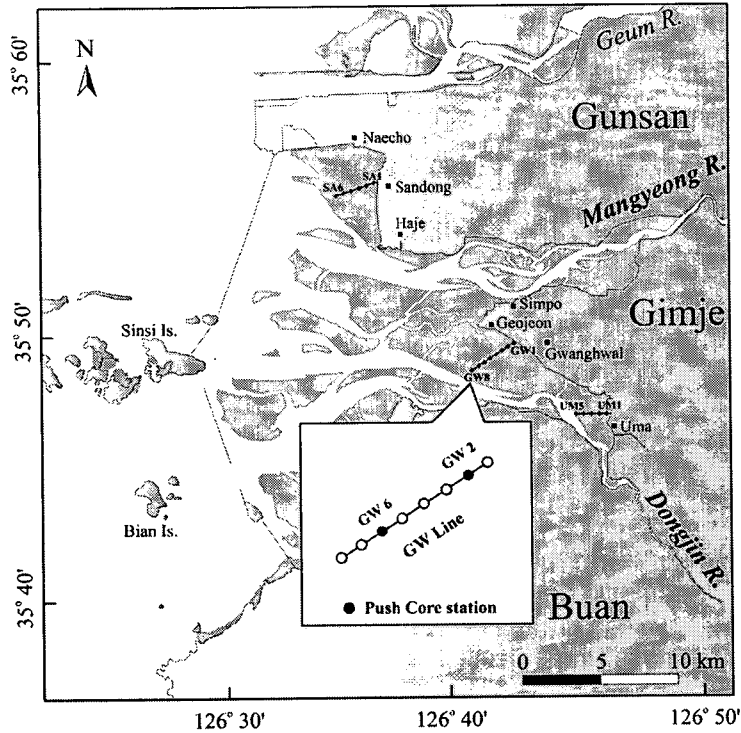


Fig. 2. Map showing transect lines and core stations in the study area.

Bacon 1984; Harada and Tsunogai 1985)을 변형하여 퇴적물에 적용하였다.  $^{210}\text{Po}$ 의 방사능은  $^{208}\text{Po}$  및  $^{210}\text{Po}$ 의 계수율(cpm)과  $^{208}\text{Po}$  표준용액의 방사능 및 시료량으로부터 아래와 같은 식으로 계산하였다(Harada and Tsunogai 1985).

$$A_{Po-210}(dpm/g) = \frac{^{210}\text{Po}(cpm) \times A_{Po-208}(dpm)}{^{208}\text{Po}(cpm) \times \text{sample}(g)}$$

채취된 시료에서  $^{210}\text{Po}(t_{1/2}=138.3 \text{ day})$ 와  $^{210}\text{Pb}(t_{1/2}=22.3 \text{ year})$ 가 평형에 도달할 만큼 충분한 시간이 경과되었기 때문에 측정된  $^{210}\text{Po}$ 의 방사능은 어미핵종인  $^{210}\text{Pb}$ 에 의해 생성된 것이므로  $^{210}\text{Po}$ 의 방사능은  $^{210}\text{Pb}$ 의 방사능이 된다. 이렇게 계산된  $^{210}\text{Pb}$ 의 총 방사능에서 수직적으로 방사능의 변화가 없는 구간의 값은 어미핵종인  $^{226}\text{Ra}$ 이 붕괴되어 생성된 방사능이므로  $^{210}\text{Pb}$ 의 과잉 방사능을 알 수 있다.

퇴적속도를 추정하기 위하여 코어의 깊이에 따른  $^{210}\text{Pb}_{ex}$ (과잉 방사능 납) 분포는 아래의 식으로 표현된다(Kaufman et al. 1981).

$$(^{210}\text{Pb}_{ex})_z = (^{210}\text{Pb}_{ex})_{z=0} \cdot e^{(-\lambda t)}$$

여기서  $z$ 는 퇴적층 깊이 (cm),  $z_0$ 는 퇴적층 표면.

위 식에  $t = z/s$  ( $s$ 는 퇴적속도, cm/yr)를 대입하여 정리하면,

$$(^{210}\text{Pb}_{ex})_z = (^{210}\text{Pb}_{ex})_{z=0} \cdot e^{-(\lambda/s)z}$$

$$\ln(^{210}\text{Pb}_{ex})_z = \ln(^{210}\text{Pb}_{ex})_{z=0} - (\lambda/s)z$$

위 식을  $^{210}\text{Pb}_{ex}$ 의 로그측과 깊이에 대하여 구한 회귀직선식의 기울기( $a$ )에 적용하면,

$$S = -\frac{\lambda}{a}$$

가 된다. 여기서  $a$ 는 회귀직선식의 기울기( $\text{cm}^{-1}$ ),  $\lambda$ 은  $^{210}\text{Pb}$ 의 붕괴상수( $0.031 \text{ yr}^{-1}$ )이다.

### 3. 연구 결과

측선 SA(산동)는 새만금 내부 북부 갯벌로서 군산 공항 부근에 위치하며 길이는 2,800 m이다. 기준점은 해안선의 갯벌이 시작되는 지점으로 고도는 평균해수면으로부터 2.636 m, 외해쪽으로 2,800 m 지점은 평균해수면으로부터 -1.963 m이며, 경사도는  $0.09^\circ$ 이었다. 측선 UM(우마)은 동진강 하구에 위치한 갯벌로서 조류의 영향은 미약하며,

길이는 2,000 m이다. 기준점은 해안선에서 20 m 지점은 평균해수면으로부터 3.289 m이며, 2,000 m 지점은 평균해수면으로부터 1.931 m로서 경사도는 0.04°이었다. 측선 GW(광활)는 새만금 내부 중앙부의 동진강 하구에 위치한 갯벌로서 길이는 3,000 m이다. 기준점은 해안선에서 10 m 지점으로 고도는 평균해수면으로부터 2.790 m, 외해쪽으로 3,000 m 지점은 평균해수면으로부터 1.199 m이며, 경사도는 0.03°이었다.

새만금 방조제 내부 3개 측선에서 계절별로 모니터링된 표층퇴적물의 평균입도 변화를 Fig. 3에 나타내었다. 측선 SA에서 모니터링 정점에 따른 표층퇴적물의 평균입도는 500~1000 m 지점이 상대적으로 조립하게 나타났으며 이를 제외한 나머지 구간에는 6 $\phi$  정도의 분포를 보였다. 분

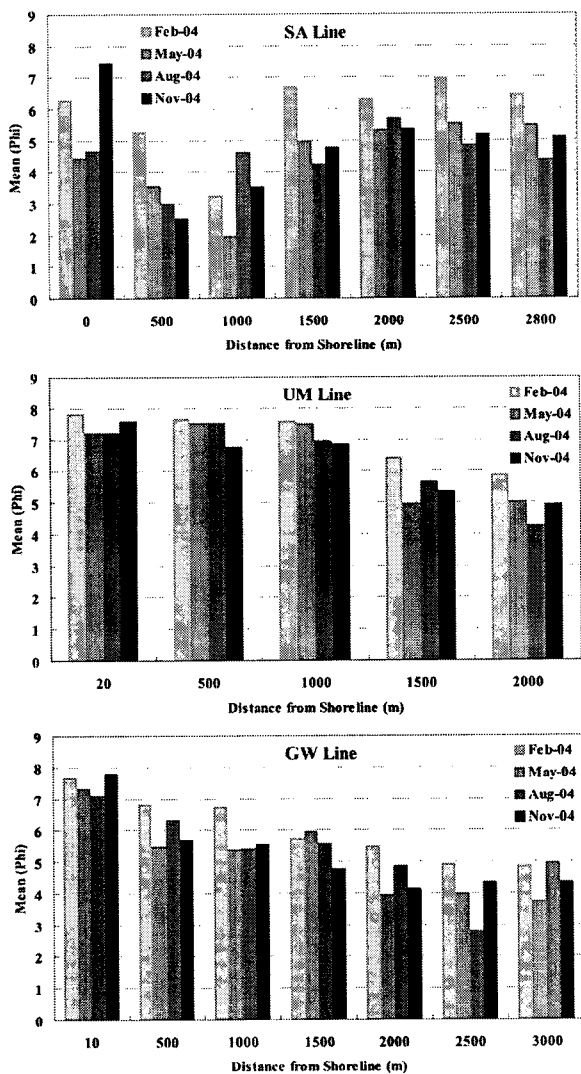


Fig. 3. Mean grain size along the transect line on the Saemangeum tidal flat in 2004.

급도는 모든 지점에서 매우 불량하였다. 계절에 따른 퇴적물의 평균입도 변화는 1,000 m 지점은 겨울에서 봄으로 조립화 되었다가 가을로 가면서 상대적으로 세립화 되었다. 다른 지점들은 일반적으로 겨울에서 여름으로 가면서 점차 조립화 되는 경향을 보였다. 측선 UM에서 모니터링 정점에 따른 표층퇴적물의 평균입도는 해안선으로부터 1000 m 지점까지 상대적으로 세립(7-8 $\phi$ )하며, 외해로 향하면서 조립(5-6 $\phi$ )해 졌다. 분급도는 모든 지점에서 매우 불량 하였다. 계절에 따른 퇴적물의 평균입도 변화는 일반적으로 겨울에서 봄으로 조립화 되었다가 겨울로 가면서

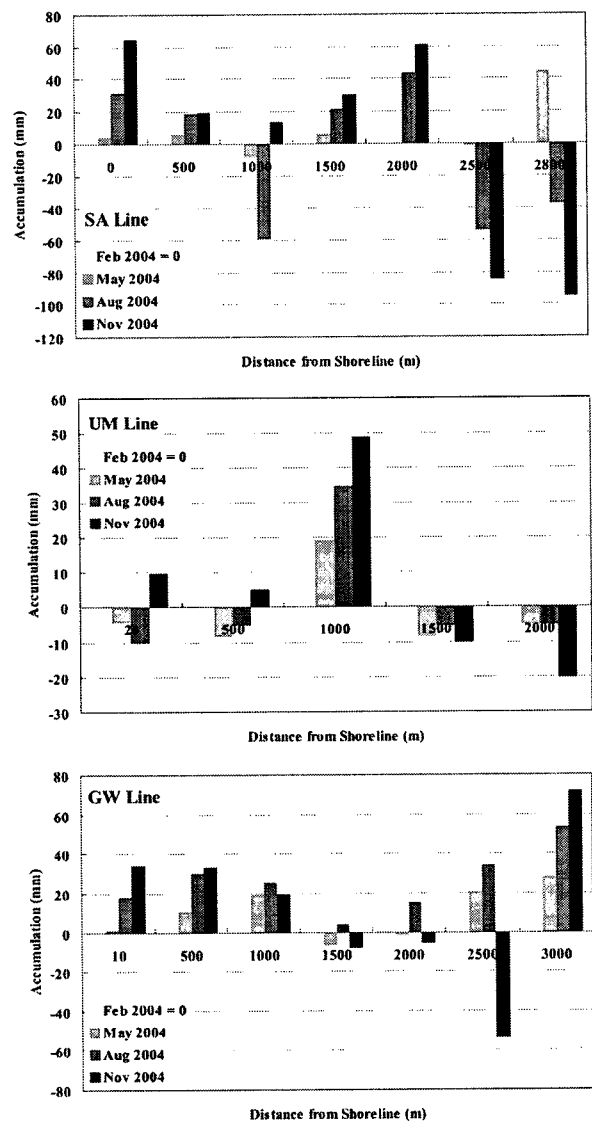


Fig. 4. Sediment accumulation patterns along the transect line on the Saemangeum tidal flat in 2004. Each bar stands for net accumulation between Feb. 2004 and the month given.

점차 세립화 되었다. 측선 GW에서 모니터링 정점에 따른 표층퇴적물의 평균입도는 10 m 지점이 가장 세립(7-8 $\phi$ ) 하게 나타났으며, 외해로 향하면서 점차 조립화 되는 경향을 보였다. 계절에 따른 퇴적물의 평균입도 변화는 일반적으로 겨울에서 봄으로 조립화 되었다가 여름으로 가면서 상대적으로 세립화 되었으며, 전체적으로는 처음 정점을 제외한 나머지 구간에서 조립해졌다.

Fig. 4는 새만금 방조제 내부 3개 측선에서 계절별로 모니터링한 퇴적물을 나타낸 것이다. 측선 SA는 겨울철(2월)에 비하여 봄철(5월)에는 해안선으로부터 0, 2,000, 2,500 m 지점에는 거의 변화가 없고, 500, 1,500, 2,800 m 지점에는 퇴적, 1,000 m 지점에는 침식 현상이 있었다. 봄철(5월)에 비하여 여름철(8월)에는 해안선으로부터 0, 500, 1,500, 2,000 m 지점에는 퇴적, 1,000, 2,500, 2,800 m 지점에는 침식 현상이 있었다. 여름철(8월)에 비하여 가을철(11월)에는 해안선에서 500 m 지점에는 거의 변동이 없으나 기준점에서 2,000 m까지는 퇴적, 2,500, 2,800 m 지점에는 침식 현상이 있었다. 측선 UM은 겨울철(2월)에 비하여 봄철(5월)에는 해안선으로부터 1,000 m 지점은 퇴적 되었으나, 20, 500, 1,500, 2,000 m 지점들은 침식되었다. 봄철(5월)에 비하여 여름철(8월)에는 해안선으로부터 20 m 지점은 침식, 2,000 m 지점은 변화가 없으나 나머지 지점들은 퇴적 되었다. 여름철(8월)에 비하여 가을철(11월)에는 해안선으로부터 20 m에서 1,000 m 지점들은 퇴적 되었으나 1,500, 2,000 m 지점은 침식되었다. 측선 GW는 겨울철(2월)에 비하여 봄철(5월)에는 해안선으로부터 10, 500, 1,000, 2,500, 3,000 m 지점에는 퇴적, 1,500, 2,000 m

지점에는 침식 현상이 있었다. 봄철(5월)에 비하여 여름철(8월)에는 모든 지점들에서 퇴적 현상이 있었다. 여름철(8월)에 비하여 가을철(11월)에는 해안선에서 10, 500, 3,000 m 지점에는 퇴적, 1,000 m에서 2,500 m 지점들에는 침식 현상이 있었다.

동진강 하구의 광활 측선에서 해안선으로부터 500 m (GW2) 지점과 2,500 m(GW6) 지점에서 주상퇴적물을 채취하였다(Fig. 2). 500 m 지점의 주상퇴적물은 전체 구간에서 작은 패각 편이 많이 있었으며, 상부 약 5 cm 깊이 까지 얽리 층이 있었으나, 5 cm에서 60 cm까지는 일차적인 구조를 관찰할 수 없는 층으로 구성되어 있었다(Fig. 5). 입도특성은 60 cm 깊이까지 모래실트 퇴적물로 구성되어 있었으며, 분급도는 대체로 불량한 분급을 보였다. 평균입도는 4.43 $\phi$ 에서 5.42 $\phi$ 의 범위이며, 20 cm 깊이를 경계로 상부는 상대적으로 세립하며 20 cm 하부는 상대적으로 조립하게 나타났다. 퇴적물의 함량은 전체적으로 실트가 우세하게 나타났다(Fig. 6). 2,500 m 지점의 주상퇴적물은 시료의 80 cm 깊이까지 작은 패각 편이 많이 있었으며, 상부에서 약 70 cm 깊이까지는 일차적인 구조를 관찰할 수 없는 층(massive deposition)으로 구성되어 있었으나, 70 cm에서 110 cm까지는 파형 또는 얽리 층으로 구성되어 있었다(Fig. 5). 50 cm 깊이는 모래실트 퇴적물로 구성되어 있었으나 다른 모든 깊이에서는 실트모래 퇴적물로 구성되어 있었다. 분급도는 모든 깊이에서 불량한 분급을 보이며, 평균입도는 3.59 $\phi$ 에서 4.23 $\phi$ 의 범위로 큰 변화가 없었다. 퇴적물의 함량은 전체적으로 모래가 우세하게 나타났다(Fig. 6).

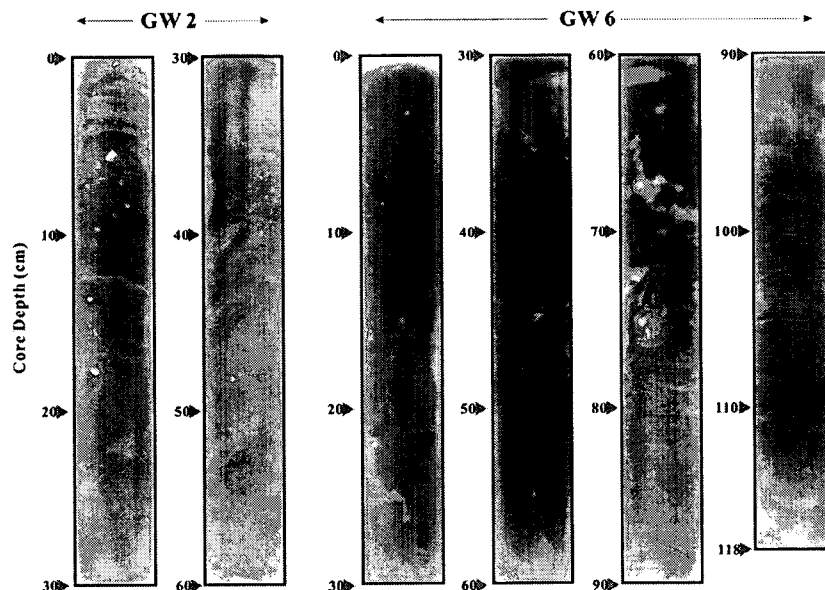


Fig. 5. X-radiographs of push core sediments at stations GW2 and GW6.

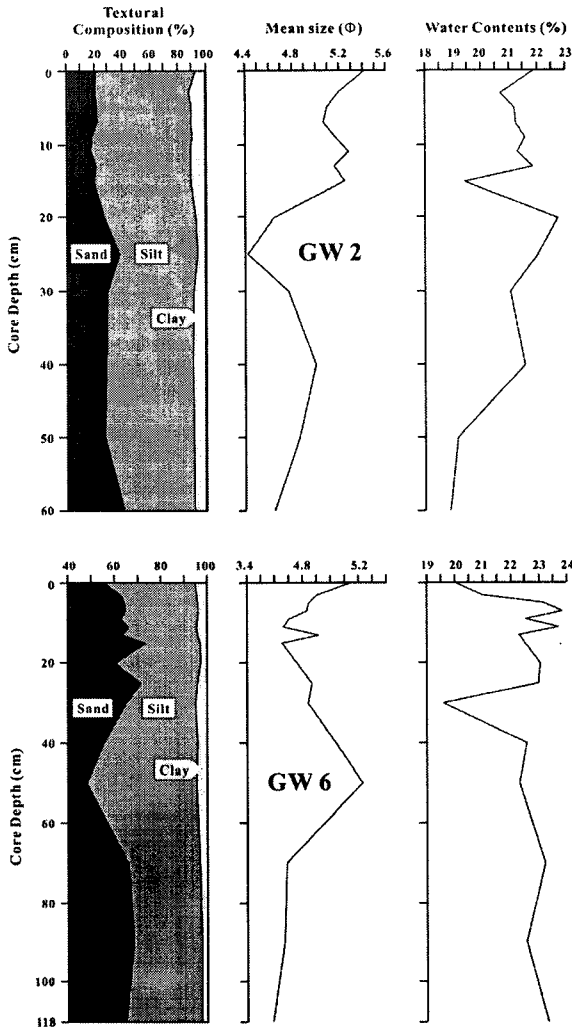


Fig. 6. Textural composition, mean grain size and water content of push core sediments at stations GW 2 and GW 6.

과잉 방사능 납의 분포를 통해 추정된 퇴적률은 GW2 지점에서 어미 핵종인  $^{226}\text{Ra}$ 의 값을 뺀 과잉 방사능 납 ( $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ )을 통해 확인한 방사능(activity)은  $0.85 \pm 0.06 \sim 0.32 \pm 0.05$  dpm/g으로 나타났다. 과잉 방사능 납의 분포를 통해 추정된 퇴적률은 2.39 cm/yr로 나타났다(Fig. 7). GW6 지점의 과잉방사능( $^{210}\text{Pb}_{\text{ex}}$ )의 분포는  $0.72 \pm 0.07 \sim 0.06 \pm 0.03$  dpm/g의 방사능을 보였으며, 약 70 cm 깊이를 경계로 급격하게 방사능의 차이를 보이고 있다. 즉, 70 cm 이하 깊이에서는  $0.10 \pm 0.03$  dpm/g 이하의 극히 낮은 방사능을 보였으며, 그 상부에서는  $0.72 \pm 0.06 \sim 0.38 \pm 0.04$  dpm/g의 값으로 방사능의 기울기를 확인할 수 없다(Fig. 7).  $^{210}\text{Pb}$ 을 이용한 70 cm 이하 하부 구간의 퇴적률은 약 5.4 cm/yr이다.

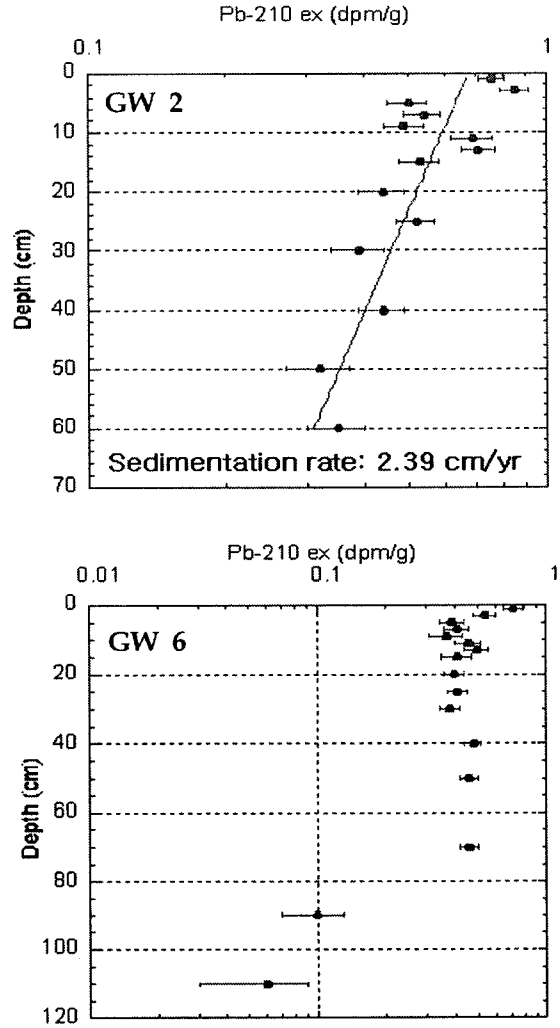


Fig. 7. Excess  $^{210}\text{Pb}$  profile of push core (GW 2 and 6).

#### 4. 고찰

새만금 해양환경은 방조제 공사가 시작된 1991년 이후 점진적인 변화가 생겼다. 제3호 방조제는 1994년 7월에 물막이를 완료하였으며, 제1호 방조제는 1998년 12월에 준공하였다. 제4호 방조제는 2003년 6월에 물막이가 완료되어 방조제 내측 북부해역은 반폐쇄적인 지형으로 변화 되었으며 유속이 크게 감소하였다(해양수산부 2005). 방조제 공사 시작 후 점진적인 해수순환의 변화는 방조제 내측에 위치한 갯벌의 지형 및 퇴적물에 상당한 변화를 가져왔다.

광활 갯벌에서 새만금 방조제 공사 전인 1988년 8월(안 1989)과 공사 후인 2002년 8월(해양수산부 2003), 2004년 8월의 지형 자료를 비교해 보면, 1988년 8월에서 2004년 8월 지형 단면 변화는 모든 모니터링 지점에서 퇴적이

Table 1. Annual variations of surficial elevation on the GW line. Elevation is meter from mean sea level.

Transect line	Distance from Shoreline (m)	Aug. 1988	Aug. 2002	Aug. 2004
		(m)	(m)	(m)
GW	10	2.010	2.790	2.808
	500	1.900	2.273	2.291
	1000	1.700	2.039	2.084
	1500	1.400	1.906	1.923
	2000	1.200	1.878	1.800
	2500	1.000	1.744	1.640
	3000	0.650	1.328	1.253

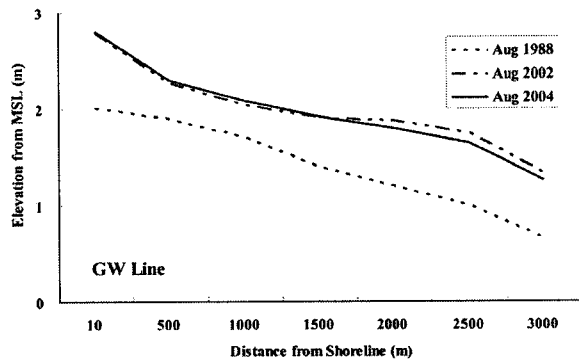


Fig. 8. Annual variations of elevation in cross section on the GW line.

이루어졌으며, 해안선에서 10 m 지점이 최대 0.798 m, 1,000 m 지점이 최소 0.384 m 퇴적이 되었다(Table 1, Fig. 8). 지형 단면 변화에 의한 평균퇴적률은 최대 5.0 cm/yr, 최소 2.4 cm/yr이었다. 이 값은 이 지역에서 채취한 주상시료에서 과잉 방사능 납의 분포를 통해 계산된 값 5.4 cm/yr(GW6), 2.4 cm/yr(GW2)와 유사한 퇴적률이다. 기존 연구결과에 의한 서해안 갯벌의 퇴적률은 남양만 0.2-0.8 cm/yr(Alexander *et al.* 1991), 곰소만 평균 4.1 cm/yr(장과 최 1998)이었다. 그러나 방조제 건설에 의하여 영향을 받는 지역인 대호 갯벌 10 cm/yr(Lee *et al.* 1999), 함평만 안악 갯벌 5 cm/yr(류 등 1999), 천수만 황도 갯벌 수로 부근 약 4.0 cm/yr(우 등 2005) 침식 되는 것으로 나타났다.

새만금 방조제 공사가 진행되는 동안 내부 갯벌에는 퇴적 현상과 퇴적물의 세립화가 우세하게 나타나고 지형의 높이는 상대적으로 증가하였다. 그러나 수로에 가까운 갯벌은 2002년 이후 수로 지역의 유속 강화로 침식되는 현상이 나타났다. 2004년 산동(SA), 우마(UM), 광활(GW) 갯벌의 수로 부근 침식지역을 제외한 단기 퇴적물의 최대 값은 3.4-6.5 cm/yr이었다. 이러한 단기 퇴적율은 주변지

역의 인공구조물 건설로 인하여 해수순환이 제한되고 상대적으로 유속이 감소한 강화도 남부 동검도 갯벌의 단기 퇴적률 최대값 4.8 cm/yr와 유사한 수치를 보인다(우와 제 2002). 2003년 6월 야미도와 군장지구를 잇는 제4호 방조제가 연결된 후 새만금 북부 해역은 방조제 내측과 외측의 직접적인 해수교환이 차단되고, 신시도와 가력도 사이 제2호 방조제 2곳의 개방구간을 통하여 해수가 우회적으로 순환이 이루어 졌다. 수치모델을 이용한 해수순환 특성 변화를 정량적으로 검토한 결과에 의하면, 제4호 방조제 연결 전후의 최강조류 유속은 해수유동이 활발했던 제4호 방조제 개방구간을 중심으로 이전에 비하여 40% 미만으로 크게 줄어 든 것으로 나타났다(해양수산부 2005).

## 5. 요약 및 결론

4호 방조제 완공 이후 새만금 해역에는 조류의 방향과 유속의 변화가 있었으며, 이에 따라 갯벌의 퇴적환경에도 변화가 나타났다. 2004년 2월부터 11월까지 갯벌의 지형 관측 결과에 의하면, 산동 갯벌은 퇴적이 우세하였으며 우마와 광활 갯벌들은 해안선에서 1,000 m 이내에는 퇴적되었으나 1,500 m 바깥쪽은 침식되었다. 동진강의 주수로 근처에 인접한 우마와 광활 갯벌의 하부에는 조류 세기의 증가로 침식과 포락이 진행되었다. 2004년 2월부터 11월까지 새만금 갯벌 표층 퇴적물의 모래의 함량은 봄에 증가하며 여름에 감소하는 경향이 있으며, 평균입도는 조립화가 우세하였다.

2004년 여름과 1988년 여름의 지형을 비교하면, 광활 갯벌의 고도는 최대 약 80 cm 증가하였다. 표층퇴적물의 평균입도는 모든 지역에서 세립화되었다. 광활 갯벌의 두 개의 코어 퇴적물에 의하면 상부에 구조가 없는 층(massive deposition)들이 나타나며 이는 방조제 공사 이후에 퇴적된 것으로 보인다.  $^{210}\text{Pb}$ 을 이용한 GW6 코어의 퇴적률은 5.4 cm/yr이다. 새만금 공사가 시작된 이후 새만금 내부 갯벌에서 나타난 가장 뚜렷한 변화는 갯벌 상부에는 세립질 퇴적물이 퇴적되었으며, 강의 주 수로와 연결된 하부 갯벌은 급격하게 침식되고 있었다.

## 사 사

본 연구는 해양수산부 출연사업인 “새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구의 유용저서생물자원 관리 및 이용분야(PM37906)” 연구의 일환으로 수행되었습니다. 본 연구를 위하여 현장조사와 실내분석에 도움을 주신 조진형, 장석 님께 감사드립니다. 본 논문을 심사해 주시고 많은 조언을 해주신 이희준 박사님과 익명의 심사자분께 감사드립니다.

## 참고문헌

- 류상욱, 유환수, 이종덕. 1999. 함평만 조간대의 표층퇴적물과 집적물의 계절변화. *한국해양학회지 「바다」*, 4(2), 127-135.
- 박경수, 박승윤, 이삼근, 이윤. 2004. 하계 새만금 갯벌의 수질 분포 및 지화학적 특성에 관한 연구. *한국습지학회지*, 6(1), 133-147.
- 심재형, 박수영, 조병철, 이운호. 1995. 만경·동진강 염하구에서 섬모충류에 의한 박테리아 섭식에 관하여. *한국해양학회지*, 30, 426-435.
- 안순모. 1989. 서해 만경·동진 펄 조간대의 환경과 저서동물 분포. 이학석사학위논문, 서울대학교. 97 p.
- 안순모, 고철환. 1992. 서해 만경·동진 조간대의 환경과 저서동물 분포. *한국해양학회지*, 27, 78-90.
- 우한준, 제종길. 2002. 강화 남부 갯벌의 퇴적환경 변화. *Ocean and Polar Res.*, 24(4), 331-343.
- 우한준, 최재용, 유주형, 최송화, 김성렬. 2005. 천수만 황도갯벌의 퇴적환경. *한국습지학회지*, 7(2), 53-67.
- 이영길, 박용안, 최진용. 1995. 한국 서해 만경·동진강 하구역 및 연안역 조간대 퇴적층의 퇴적상과 미고생물학적 연구. *한국해양학회지*, 30, 77-90.
- 이창희, 강대석, 남정호, 이병국, 유혜진. 2001. 하구·석호 육해전이수역 통합환경관리방안연구. 한국환경정책·평가연구원. 368 p.
- 장진호, 최진용. 1998. 조간대 퇴적물의 계절적 집적양상과 보존: 한국 서해안의 곰소만. *한국해양학회지 「바다」*, 3(3), 149-157.
- 조영길, 류상욱, 구영경, 김주용. 2001. 새만금 조간대 표층퇴적물의 성분원소 함량과 지화학적 특성. *한국해양학회지 「바다」*, 6, 27-34.
- 해양수산부. 2001. 갯벌 생태계조사 및 지속 가능한 이용방안 연구. BSPM 118-00-1370-3. 1214 p.
- 해양수산부. 2003. 새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구(1차년도) 지질·갯벌 분야. BSPM 139-06-1514-5. 293 p.
- 해양수산부. 2005. 새만금 해양환경보전대책을 위한 조사연구(3차년도) 평가·예측 분야. BSPM 26001-1691-2. 205 p.
- Alexander, C.R., C.A. Nittrouer, D.J. Demester, Y.A. Park, and S.C. Park. 1991. Macrotidal mudflats of the southwestern Korean coast: A model for interpretation of intertidal deposits. *J. Sediment. Petrol.*, 61, 805-824.
- Costanza, R., R. d'Arge, R. de Groot, S. Farber, M. Grasso, B. Hannon, K. Limburg, S. Naeem, R.V. O'Neill, J. Paruelo, R.G. Gaskin, P. Sutton, and M. van den Belt. 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature*, 387, 253-260.
- Fleer, A.P. and M.P. Bacon. 1984. Determination of  $^{210}\text{Pb}$  and  $^{210}\text{Po}$  in seawater and marine particulate matter. *Nucl. Instrum. Methods Phys. Res.*, 223, 243-249.
- Folk, R.L. 1968. Petrology of Sedimentary Rocks. Hemphill's, Austin. 170 p.
- Folk, R.L. and W.C. Ward. 1957. Brazos river bar: A study in the significance of grain size parameters. *J. Sediment. Petrol.*, 27, 3-26.
- Harada, K. and S. Tsunogai. 1985. A practical method for simultaneous determination of  $^{234}\text{Th}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{210}\text{Pb}$  and  $^{210}\text{Po}$  in seawater. *J. Oceanogr. Soc. Jpn.*, 41, 98-104.
- Jaramillo, E., H. Contrearras, and A. Bollinger. 2002. Beach and faunal response to the construction of a seawall in a sandy beach of South Central Chile. *J. Coast. Res.*, 18, 523-529.
- Kaufman, A., Y.H. Li, and K.K. Turekian. 1981. The removal rates of  $^{234}\text{Th}$  and  $^{228}\text{Th}$  from waters of the New York Bight. *Earth Planet. Sci. Lett.*, 54, 385-392.
- Koide M., A. Soutar, and E.D. Goldberg. 1972. Marine geochronology with  $^{210}\text{Pb}$ . *Earth Planet. Sci. Lett.*, 14, 442-446.
- Lee, H.J., Y.S. Chu, and Y.A. Park. 1999. Sedimentary processes of fine-grained material and the effect of seawall construction in the Daeho macrotidal flat-nearshore area, northern west coast of Korea. *Mar. Geol.*, 157(3/4), 171-184.
- Thomalla, F. and C.E. Vincent. 2003. Beach response to shore-parallel breakwaters at Sea Palling, UK. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 56, 203-212.

Received Jun. 23, 2006

Accepted Oct. 11, 2006